

Dispositifs adhésifs de fixation.

Société dite : MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY
États-Unis d'Amérique.

Demandé le 9 février 1967, à 13^h 36^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 8 janvier 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 7 du 16 février 1968.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 10 février 1966, sous le n° 526.628, aux noms de MM. James Henry KAYSER et William Columbus FLANAGAN, Jr.)



La présente invention concerne les dispositifs de fixation et vise notamment les dispositifs de fixation composés de deux articles complémentaires comportant chacun une surface adhérent par pression destinée à adhérer à un objet à fixer et une surface de fixation mécanique destinée à coopérer avec l'autre article complémentaire.

Chaque article complémentaire comprend : 1° une base relativement rigide qui ne se déforme sensiblement pas pendant son utilisation; 2° une surface à fonction mécanique qui comporte d'un côté une pluralité d'éléments de contact répartis sur ce côté, cette surface pouvant venir s'engager mécaniquement et demeurer en contact avec la surface à fonction mécanique de l'article complémentaire ou s'en séparer; et 3° une surface adhésive adhérent par pression disposée sur l'autre face de l'article et formée par une couche de mousse viscoélastique molle, ayant jusqu'à 0,6 cm d'épaisseur, recouverte de façon continue sur sa face opposée à la base par une mince pellicule d'une seule pièce plate et étirable (ou peau), à laquelle est fixé un revêtement adhésif viscoélastique adhérent par pression, collant au moindre contact, lisse brillant, plat et continu. Cette surface adhésive est disposée de manière à être pressée contre un support et à demeurer solidement fixée sur ce support. La combinaison des propriétés physiques, de structure des surfaces mécanique et adhésive est telle que lorsqu'on exerce une force de séparation sur les supports auxquels sont respectivement fixés deux articles engagés ensemble, la séparation se produit entre leurs surfaces mécaniques, tandis que les surfaces adhésives demeurent solidement fixées aux supports. En général, les surfaces adhésives des dispositifs de fixation sont protégées par un intercalaire, ou feuille protectrice amovible à surface détachable lisse, jusqu'au moment de leur utilisation. Les articles qui composent les dispositifs de fixation sont en général assez minces, et leur épaisseur prise

de la face externe de la surface mécanique à la face externe de la surface adhésive n'excède généralement pas 2,5 cm et est de préférence inférieure à 0,6 cm, mais ces articles peuvent être de toute épaisseur et de toute longueur voulues.

Pour appliquer les dispositifs de fixation suivant l'invention, il suffit de retirer l'intercalaire qui recouvre l'adhésif adhérent par pression et de presser fermement l'article contre un support. Cette opération ne nécessite ni trous, ni vis, ni boulons d'aucune sorte. De plus, la surface sur laquelle est collé l'article n'est ni dégradée ni abîmée, ce qui est important car les trous risquent d'affaiblir la surface sous-jacente, de favoriser la corrosion et de détruire son étanchéité aux liquides ou aux gaz. Normalement, les dispositifs de fixation suivant l'invention peuvent être retirés ultérieurement si nécessaire, à l'aide d'une lame qui tranche la couche de mousse. Le résidu demeurant sur le support peut être éventuellement retiré au moyen d'un solvant. Dans d'autres cas, on peut utiliser une lame pour décoller du support l'adhésif adhérent par pression.

Aucune qualité particulière n'est requise pour le support qui doit être normalement sec et propre. Les supports relativement lisses sont plus avantageux puisque les surfaces adhésives des articles suivant l'invention adhèrent remarquablement sur des supports relativement rugueux.

L'invention vise également des articles simples du type décrit, en plus des paires complémentaires précitées. Ces articles isolés peuvent s'engager par leurs surfaces mécaniques avec d'autres articles présentant des surfaces complémentaires, mais ne comportent pas de surfaces adhérent par pression. Ils peuvent être fixés différemment sur des supports, par exemple au moyen de vis, de boulons, d'adhésifs à prise définitive ou par moulage d'un seul tenant avec le support, etc.

Ces dispositifs de fixation sont généralement uti-

usés lorsqu'on désire obtenir des dispositifs de fixation commodes et reformables ne devant pas supporter de poids morts très lourds pendant de longues périodes. Bien que les forces de séparation indiquées précédemment soient souvent assez importantes, elles sont d'assez courte durée. Les forces de séparation exercées sur les dispositifs de fixation suivant l'invention sont appliquées à des taux de séparation de l'ordre de 1,3 cm par minute ou sont plus rapides.

Les dispositifs de fixation suivant l'invention peuvent servir de verrouillage de portes pour maintenir en place les panneaux d'accès des appareils, machines et automobiles, ou pour maintenir en place des accessoires, etc. Il existe aussi de nombreux domaines d'utilisation domestique de ces dispositifs.

Le poids des éléments lourds maintenus en place par les dispositifs de fixation peut être supporté par des charnières, des rebords, des bases solides, etc. Ces dispositifs de fixation peuvent cependant supporter des poids un peu plus légers pendant de longues périodes et même de façon permanente, grâce aux propriétés particulières des portions de mousse adhésive adhérant par pression. Les supports relativement rigides des dispositifs de fixation agissent pour répartir les forces sur toute la surface du dispositif de fixation. On évite ainsi que la face adhésive ne s'écaille ou s'exfolie (par exemple à partir d'un coin) de la surface sur laquelle elle adhère.

Les surfaces mécaniques des dispositifs de fixation peuvent s'engager ou se séparer avec un minimum de flexion de leurs supports. Lorsqu'une force élevée mais brève est appliquée à un dispositif de fixation, par exemple lorsqu'on ouvre une porte ou un panneau fixés par leur intermédiaire, la séparation se produit entre les surfaces mécaniques. De cette façon, les articles complémentaires de fixation restent en place pour fixer la porte ou le panneau quand on les referme. Ce résultat provient du fait que l'adhésif adhérant par pression utilisé dans ces dispositifs est capable de supporter des forces élevées de courte durée. Pour assurer l'équilibre voulu des forces totales de séparation dans les dispositifs de fixation suivant l'invention (par exemple pour être sûr que la force totale de courte durée de séparation exercée entre les surfaces mécaniques est inférieure à l'adhérence de la surface adhésive sur le support et inférieure à la résistance interne de n'importe quelle portion des dispositifs) il est souvent nécessaire que l'un des deux types de surface ait une épaisseur totale supérieure à celle de l'autre.

Parmi les surfaces mécaniques pouvant être utilisées dans les articles de la présente invention, on peut citer celles décrites dans les brevets américains n^{os} 2.499.898, 2.717.437 et 2.820.277. Le premier de ces brevets décrit des surfaces comportant des dents assurant un verrouillage mécanique. Les autres brevets sont relatifs à des surfaces dont l'une

comporte une pluralité de petites boucles dépassant vers l'extérieur en filament mince, tandis que l'autre surface comporte une pluralité de filaments bouclés ou ondulés pouvant s'engager dans les boucles de la première surface lorsqu'on juxtapose les deux surfaces.

Un type avantageux de surface mécanique applicable à la présente invention est constitué par deux articles complémentaires s'engageant l'un avec l'autre, comportant chacune une surface coopérant formée de multiples rangées de picots flexibles dépassant d'un support relativement rigide qui demeure sensiblement plat pendant les opérations d'engagement et de séparation des articles. Les picots sont formés par des tiges se terminant par des têtes élargies qui portent contre les têtes des picots de l'article complémentaire pendant les opérations d'engagement et de séparation. Les têtes des picots sont pratiquement indéformables. Les espaces qui séparent les têtes des picots de l'un des articles sont plus étroits que l'espace occupé par la tête de chaque picot de l'article complémentaire. Enfin les rangées de picots comportent par endroits des emplacements vacants, de manière à permettre la déformation des picots pendant l'engagement et la séparation des articles.

Des dispositifs de fixation mécanique de ce type sont décrits dans le brevet américain 3.266.113. Les articles complémentaires ont souvent, mais pas toujours, des profils de surface fonctionnelle identiques. Les dispositifs de fixation utilisables dans la présente invention ne peuvent s'engager que d'un côté des surfaces fonctionnelles et ils comportent normalement une base solide. Il n'existe généralement, mais non nécessairement, qu'une seule profondeur d'engagement entre les deux surfaces. Des dispositifs de fixation mécanique de ce type sont représentés sur les figures 1 et 2 des dessins.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et à l'examen des dessins annexés qui représentent à titre d'exemples non limitatifs un ou plusieurs modes de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue du dessus d'un seul article suivant l'invention, vu du côté de sa surface d'engagement mécanique.

La figure 2 est une vue latérale de deux articles suivant l'invention en position engagée, vus dans le sens de la ligne 2 de la figure 1.

La figure 3 représente un rouleau qui comprend une bande protectrice séparable faiblement adhésive portant une rangée d'articles suivant l'invention dont les surfaces adhésives adhèrent par pression sont appliquées sur la bande.

La figure 4 est une vue latérale de deux articles complémentaires légèrement différents montés sur des structures supports. Les surfaces mécaniques

des articles de la figure 4 ne sont pas engagées ensemble.

La figure 5 représente un détail partiel d'un dispositif de fixation représenté sur la figure 2 dans lequel un procédé de fabrication différent est utilisé.

Dans un but de clarté, les articles des figures 1, 2, 4 et 5 ont été représentés plus grands qu'ils ne sont normalement fabriqués.

Comme indiqué précédemment, les articles des figures 1 et 2 comportent des surfaces d'engagement mécanique qui constituent un des modes de réalisation préférés de l'invention. Ils comprennent un support relativement rigide et des rangées de picots à têtes élargies avec, par intervalles, des emplacements vacants. Comme représenté sur les figures 1 et 2, les articles suivant l'invention sont composés d'un support ou base rigide 1 et de picots à tête élargie 2. Un revêtement adhésif adhérent 3 est directement appliqué sur la base 1. De l'intérieur vers l'extérieur, l'article comprend en outre une mince pellicule 4 qui fait corps avec une couche de mousse 5, des couches 4' et 3' qui sont constituées respectivement par une mince pellicule faisant corps avec la couche de mousse et un revêtement adhésif adhérent par pression (les couches 4' et 3' correspondent aux couches 4 et 3), et enfin une pelure amovible 6 ayant une surface détachable lisse. Les têtes des picots 2 peuvent être arrondies plutôt qu'en forme d'obus ou peuvent encore présenter d'autres configurations.

En général dans les articles suivant l'invention possédant cette combinaison particulière de couches, c'est-à-dire une couche adhésive intercalée entre la base relativement rigide et la couche de mousse, la base 1 et la surface à accrochage mécanique 2 sont fabriquées séparément du reste des articles, puis assemblées ultérieurement.

Sur la figure 3, les articles 7 à dispositif d'attache unique adhérent aux faces internes des spires de la bande intercalaire faiblement adhésive 8, leurs surfaces d'accrochage mécanique étant orientées en direction du centre de la bobine. Enroulées dans ce sens, les surfaces adhérent par pression tendant à adhérer à l'intercalaire plutôt qu'à s'en détacher, ce qui se produirait si les articles étaient enroulés en sens inverse. En variante, des jeux engagés d'articles de fixation, tels que représentés sur la figure 2, peuvent être disposés entre les spires d'une seule bande d'intercalaire faiblement adhésif, les deux surfaces adhésives de chaque jeu adhérent respectivement aux faces interne et externe de l'unique bande d'intercalaire. Un autre procédé d'enroulement consiste à disposer des jeux engagés d'articles de fixation entre les spires de deux bandes d'intercalaire faiblement adhésif, l'une des surfaces adhésives de chaque jeu adhérent à la surface interne de la bande d'intercalaire et l'autre face adhésive adhérent à l'autre surface de l'autre inter-

calaire. Ces trois types d'enroulement constituent des moyens commodes pour distribuer les articles suivant l'invention, par exemple au cours d'opérations de fabrication. Le choix du procédé dépend de chaque application particulière.

La figure 4 représente des articles suivant l'invention dans lesquels les supports des surfaces mécaniques complémentaires 9 et 10 portent respectivement une pluralité de petites boucles 11 dépassant vers l'extérieur et une pluralité de petits filaments en forme de crochets 12 pouvant s'accrocher dans les boucles. Les supports 9 et 10 des dispositifs de fixation mécanique de ce type sont normalement flexibles et par suite adhèrent solidement à une base 14 mince mais relativement rigide, qui peut par exemple être une feuille d'un métal léger, au moyen d'un adhésif permanent et robuste 13 tel qu'un ciment époxy, ou autre. Les couches 3, 4, 5, 4' et 3' disposées extérieurement à la base 14 correspondent à celles de la figure 2. Les pièces 15 sont des supports de structure auxquels sont fixés les articles suivant l'invention. Les intercalaires externes amovibles sont retirés et les articles sont montés dans leur position d'utilisation.

La figure 5 représente un détail d'un article de fixation du type représenté sur la figure 2, excepté que la mousse est appliquée directement sur la base de la portion mécanique du dispositif de fixation. Ainsi, la base 1 et la mousse avec sa mince pellicule superficielle 4 existent mais la couche adhésive est supprimée.

Les propriétés particulières et combinées des diverses couches de la portion composée d'adhésif et de mousse des articles suivant l'invention, c'est-à-dire toutes les couches disposées du même côté de la base relativement rigides, sont importantes pour le fonctionnement et l'utilisation des dispositifs de fixation. Les services rendus par les dispositifs de fixation dépendent d'une combinaison particulière des caractéristiques physiques des structures du type décrit. L'utilisation de mousses et/ou d'adhésifs adhérent par pression autres que ceux décrits donnent des articles qui deviennent rapidement défectueux, par exemple par arrachage de la couche adhésive du support ou par fendillement de la couche de mousse, etc. Ces inconvénients peuvent se produire à l'occasion d'un effort relativement brusque (comme lorsqu'on ouvre un panneau ou une porte maintenus par un dispositif de fixation de ce type) ou simplement après une certaine période d'utilisation sans aucun effort violent.

Les portions composées d'adhésif et de mousse des articles suivant l'invention ont avantageusement un module de compressibilité de l'ordre de 0,4 à 2,1 kg/cm² environ pour une compression de 20 %. La mousse a un module de rigidité à l'emmagasinage sous contrainte de l'ordre de 10⁶ à 10⁸ dynes par centimètre carré et une tangente de perte de l'or-

dre de 0,3 à 1,5 (ces deux valeurs étant mesurées à 600 cycles par seconde); l'adhésif adhérent par pression possède une hyperrésistance au cisaillement et est essentiellement constitué par un polymère réticulé viscoélastique, collant au moindre contact, non ramollissable et insoluble dans l'eau, de sorte qu'il confère à l'article suivant l'invention une valeur de la force d'adhésion d'au moins 30 heures.

La couche de mousse est molle, fluente, viscoélastique, de densité relativement élevée, pouvant avoir jusqu'à 0,6 cm environ d'épaisseur, bien que dans un mode de réalisation avantageux de l'invention cette couche n'ait que 0,08 cm environ d'épaisseur. La couche de mousse est recouverte de façon continue sur sa face opposée à la base rigide par une mince pellicule étirable à surface plate qui fait corps avec la couche de mousse et sur laquelle l'adhésif adhérent par pression est appliqué dans l'article fini. La mousse doit être robuste et régulière pour empêcher toute possibilité de rupture interne lorsque l'article est soumis à un effort brusque, par exemple lorsque les surfaces mécaniques sont dissociées. En général, grâce au procédé de fabrication utilisé, la face de la couche de mousse qui est la plus proche de la base rigide est également recouverte de façon continue d'une pellicule analogue d'un seul tenant avec la mousse. La couche de mousse a également un modèle de rigidité, à l'emmagasinage sous contrainte G' de l'ordre de 10^0 à 10^8 dynes par centimètre carré et une tangente de perte β de l'ordre de 0,1 à 1,5, ces deux valeurs étant mesurées à température ambiante et à 600 cycles par seconde. Les essais de module de rigidité à l'emmagasinage sous contrainte et de tangente de perte sont bien connus dans le domaine de l'acoustique et des vibrations et ne seront pas décrits en détail. Les échantillons à mesurer sont des tranches prélevées sur la couche de mousse d'un article suivant l'invention.

La caractéristique viscoélastique « visqueuse » ou « fluente » de la couche de mousse a pour avantage de créer un lien permanent et résistant de surface de contact maximale entre l'adhésif et une surface irrégulière ou rugueuse contre laquelle il est pressé. La couche de mousse ne doit pas posséder des caractéristiques de retour brusque propres aux mousses de caoutchouc d'élasticité élevée, ce qui tendrait à arracher la surface adhésive collante des points inférieurs qui ne sont atteints que superficiellement lorsque la bande est initialement pressée contre cette surface. En même temps, la minceur relative et l'élasticité de la couche de mousse l'empêchent de s'affaisser de façon appréciable et lui confèrent une bonne résistance à l'écaillage. La couche de mousse caoutchouteuse possède en outre une mollesse, une élasticité et un « mou » suffisants pour éviter une rigidité indésirable et pour compenser et répartir les contraintes subies de sorte qu'on

obtient un pouvoir de tenue vraiment surprenant. La couche de mousse constitue également un isolant électrique, thermique et vibrationnel.

On s'est aperçu que certaines couches de mousse en polyméthane viscoélastique dont la fabrication est décrite dans le brevet américain n° 2.921.916, conviennent particulièrement aux dispositifs de fixation de la présente invention à la fois du point de vue technique et du point de vue économique. Ces couches de mousse ont une densité de masse de 0,08 à 0,32 par centimètre cube et plus avantageusement de 0,19 à 0,26 g par centimètre cube. Les mousses de néoprène, de chlorure de polyvinyle et de caoutchouc naturel peuvent également convenir. L'utilisation de matériaux alvéolaires équivalents possédant les propriétés physiques voulues est envisagée.

La couche d'adhésif adhérent par pression peut être appliquée directement sur la pellicule ou « peau » qui fait corps avec la mousse ou un apprêt peut être intercalé entre les deux. L'adhésif adhérent par pression se présente sous forme d'un revêtement viscoélastique continu, plat, étirable, collant au moindre contact, lisse et brillant. L'adhésif adhérent par pression doit posséder une hyper-résistance au cisaillement d'au moins 500 minutes et il doit de préférence être permanent, c'est-à-dire que l'adhésif vieillit bien et ne se ramollit pas ou ne devient pas pâteux au bout d'un contact prolongé avec les surfaces et conserve un état cohésif et adhésif. Il est du type collant au moindre contact dans son état sec normal. Les échantillons d'adhésif utilisés pour effectuer les essais d'hyper-résistance au cisaillement peuvent être prélevés au moyen d'une lame de rasoir et l'essai est effectué suivant le procédé décrit dans le brevet canadien n° 747.341. On utilise avantageusement des revêtements adhésifs constitués essentiellement par un polymère réticulé viscoélastique, collant au moindre contact non ramollissable et insoluble dans l'eau, mais on peut également employer des revêtements en matériau adhésif équivalent possédant les propriétés physiques voulues, car c'est la nature physique du revêtement adhésif qui est importante dans la structure du dispositif de fixation.

Les adhésifs adhérent par pression actuellement préférés sont les polyacrylates réticulés viscoélastiques qui, de façon inhérente, collent au moindre contact et sont hautement cohésifs, le polyacrylate étant un copolymère d'un acrylate alkyle renfermant en moyenne de 6 à 12 atomes de carbone dans le groupe alkyle et une faible proportion (de 3 à 12 % environ) d'un monomère copolymérisable ayant un groupe fonctionnel fortement polaire (tel que l'acide acrylique, l'acide méthacrylique, l'acide itaconique, l'acrylamide, le méthacrylamide, l'acrylonitrile, le méthacrylonitrile ou leur mélange). Un copolymère à 90/10 d'acrylate d'isooctyle et d'acide acrylique

convient particulièrement bien. De tels copolymères sont décrits dans les brevets américains Re. 24.906 et 3.008.850. Pour accroître la résistance cohésive intense et la résistance au cisaillement, on peut traiter par réticulation comme décrit dans les brevets américains n° 2.925.174 et n° 2.973.286. On peut également utiliser comme adhésifs des copolymères blocs du type décrit dans la demande de brevet sud-africain n° 64/3013 déposée le 29 mai 1964.

La pellicule qui fait corps avec la mousse et les couches adhésives de la structure des dispositifs de fixation suivant l'invention sont très minces et sont d'une nature viscoélastique étirable de sorte que les propriétés viscoélastiques de conformabilité et de compressibilité de la couche de mousse sont effectivement utilisées. Il est nécessaire que la mousse et l'adhésif aient un module de compressibilité élastique (mesuré par le procédé décrit dans le brevet canadien 747.341) d'un certain ordre de grandeur, sinon ils seraient trop mous et trop étirables (et par suite trop peu résistants) ou bien trop fermes et trop peu conformables. Comme indiqué précédemment, ces conditions sont remplies lorsque la mousse et l'adhésif d'un article suivant l'invention ont un module de compressibilité de l'ordre de 0,4 à 2,1 kg par centimètre carré environ pour une compression de 20 %.

On s'est aperçu également que les couches de mousse et d'adhésif des dispositifs de fixation suivant l'invention doivent présenter une bonne résistance à la rupture lorsqu'ils sont soumis à une charge constante de gravité soit du fait d'une mauvaise résistance au cisaillement de l'adhésif, soit du fait d'un décollement. Cette résistance est mesurée au moyen de l'essai de résistance d'adhésivité qui est également mesuré par un procédé décrit dans le brevet canadien 747.341. L'expérience démontre qu'une valeur d'au moins 30 heures dans cet essai accéléré assure un montage durable du dispositif suivant l'invention dans des conditions normales d'utilisation. La couche de mousse de la bande doit présenter une résistance au cisaillement suffisante pour éviter la rupture de la couche de mousse pendant la période minimale de 30 heures, de sorte que la réussite de l'essai démontre également la résistance de la couche de mousse. Les portions de mousse et d'adhésif des articles suivant l'invention peuvent être fabriquées séparément comme un ruban double face à support de mousse comportant des pelures ou intercalaires faiblement adhésives sur ses deux surfaces sensibles à la pression. L'un des intercalaires faiblement adhésif peut alors être retiré et le support rigide de la portion mécanique du dispositif suivant l'invention fixé à l'adhésif. La fabrication de rubans double face adhérent par pression et doublés de mousse pouvant être utilisés dans les dispositifs de fixation de la présente invention sont décrits dans le brevet canadien 747.341. En

variante, la couche de mousse peut être fabriquée entre une feuille d'intercalaire recouverte d'adhésif adhérent par pression (comme décrit dans le brevet canadien précité) et la face arrière du système mécanique de fixation proprement dit, ce dernier étant enduit si nécessaire pour favoriser son adhérence sur la couche de mousse qui se forme.

Les articles de fixation de l'invention peuvent renfermer de minces revêtements intermédiaires étirables disposés entre les couches d'adhésif adhérent par pression et la pellicule de la couche de mousse qui les unit fermement. Un tel revêtement intermédiaire peut servir d'enduit ou de barrière ou remplir toute autre fonction souhaitable et doit être considéré comme un élément secondaire de la pellicule composite à surface plate qui recouvre d'un seul tenant la couche de mousse et sur laquelle est fixée la couche adhésive. Le revêtement intermédiaire permet de contrôler l'épaisseur totale et la résistance de la pellicule. Ce moyen est optionnel, mais il facilite le procédé de fabrication et possède d'autres avantages, comme celui d'accroître l'adhésivité, etc.

De cette combinaison des éléments précités sur le côté adhésif des dispositifs de fixation suivant l'invention (qui comprend toutes les couches disposées du même côté de la base rigide) provient l'aptitude de ces dispositifs à une excellente tenue sur une grande diversité de supports.

Les intercalaires faiblement adhésifs qui protègent les faces adhésives adhérent par pression des dispositifs de fixation suivant l'invention peuvent être constitués par une pellicule de polyéthylène, ou par un papier lisse et dense recouvert d'une pellicule de polyéthylène. L'intercalaire est avantageusement constitué par un papier dense calandré, traité avec une résine au silicone durcie à chaud et anticollante, qui est insoluble dans le véhicule volatil de la solution de revêtement adhésif et conserve sa faible adhésivité par rapport à l'adhésif avec lequel elle est au contact même lorsqu'elle est soumise à la chaleur.

Il est commode de manipuler et de stocker les dispositifs de fixation suivant l'invention avec leurs surfaces mécaniques complémentaires engagées et les intercalaires appliqués sur les faces adhésives des deux articles. Pour installer les dispositifs sur leur lieu d'utilisation on peut retirer de l'un des articles l'intercalaire faiblement adhésif, mettre le dispositif de fixation (c'est-à-dire les deux articles complémentaires) en place sur l'un des objets à réunir, retirer l'autre intercalaire faiblement adhésif et presser l'un contre l'autre les deux objets à réunir. Ultérieurement, lorsqu'on sépare les deux objets réunis, la séparation intervient entre les surfaces mécaniques des articles. Souvent l'emplacement des dispositifs de fixation doit être précis sur l'une des deux surfaces à réunir, mais pas sur l'autre, par exemple lorsque des panneaux doivent être fixés

sur des montants de 5×10 cm environ. Dans ce cas, il est souhaitable de monter d'abord les articles engagés sur la surface la plus difficile (par exemple les montants) puis de retirer l'intercalaire restant du dispositif de fixation et de presser les panneaux à leur place. Dans certains cas, il est avantageux d'utiliser des gabarits de montage pour localiser correctement les dispositifs de fixation. Un article suivant l'invention peut être monté de façon permanente sur le gabarit à chaque endroit qui nécessite un dispositif de fixation. Un deuxième article peut être engagé mécaniquement avec le premier, l'intercalaire retiré du deuxième article et le gabarit pressé contre l'une des surfaces à réunir puis retiré. La séparation se produit entre les surfaces mécaniques de sorte qu'un seul article de fixation reste à l'endroit voulu. Les articles complémentaires de fixation peuvent alors soit être appliqués sur l'autre surface par le même procédé avec un autre gabarit approprié, ou ils peuvent être engagés avec les articles montés sur la première surface, l'intercalaire retiré et les surfaces pressées l'une contre l'autre.

Il est à noter que les surfaces adhérent par pression des articles n'adhèrent difficilement que sur quelques surfaces qui peuvent être considérées comme des surfaces à faible adhésivité. Ces surfaces présentent généralement avec l'eau des angles de contact supérieurs à 90° . Les surfaces sur lesquelles peuvent être fixés les articles de la présente invention, ou surfaces ordinaires, présentent avec l'eau des angles de contact de 90° ou moins.

Exemple. — L'exemple suivant décrit un mode de réalisation avantageux d'article suivant l'invention.

On utilise un article simple, du type décrit dans le brevet américain n° 3.266.113 et représenté sur les figures 1 et 2 de ce brevet, pour former la base relativement rigide et la surface mécanique du dispositif de fixation. L'article est constitué par un copolymère de trioxane (un trimère cyclique de formaldéhyde) vendu sous la dénomination commerciale de « Celcon » par la société dite Celanese Corporation of America. La base occupe une surface de $7,45 \text{ cm}^2$ et la surface mécanique comporte 82 éléments à tête élargie répartis suivant le tracé de la figure 1. Pour séparer deux surfaces mécaniques engagées de ce type il faut exercer, perpendiculairement aux surfaces une force de séparation de courte durée de 22,6 kg ou légèrement supérieure. La superficie de chaque surface mécanique est d'environ $2,9 \text{ cm}^2$. Le verso de la base est recouvert de la façon décrite sur la figure 2 avec un ruban de mousse revêtu sur ses deux faces d'adhésif adhérent par pression de 0,08 cm d'épaisseur environ, vendu sous la dénomination commerciale de « Scotch-Mount » par la société dite Minnesota Mining and Manufacturing Company de Saint-Paul, Minnesota, Etats-Unis d'Amérique. Lorsqu'il adhère à un support or-

dinaire, le côté adhésif de ce dispositif de fixation peut supporter une force de courte durée perpendiculaire à sa surface de 45 kg. Ainsi lorsque deux articles complémentaires de ce type sont placés dans leur position d'utilisation et soumis à une force de séparation, la séparation se produit entre leurs surfaces mécaniques et laisse les articles à leur place, prêts à être engagés de nouveau.

Le format et le nombre de dispositifs de fixation nécessaires pour monter un objet donné dans un endroit quelconque dépend des cas, mais en pratique, il faut utiliser une surface adhésive adhérent par pression d'au moins $25,8 \text{ cm}^2$ (sur chaque article complémentaire) pour toute charge permanente de $60 \text{ cm}^2/\text{kg}$ à supporter par le dispositif de fixation. La résistance aux contraintes rapides du joint adhérent par pression (comme celles exercées lorsqu'on ouvre un panneau ou une porte fixés par le dispositif suivant l'invention) est normalement au moins 100 fois plus grande, et souvent au moins 300 fois et plus, que sa résistance à une charge permanente. La résistance à la séparation de la surface mécanique sous des efforts rapides ou prolongés peut varier considérablement suivant la structure de la surface et suivant le matériau utilisé. Bien que certains dispositifs de fixation mécanique supportent mieux les efforts rapides plus élevés que les efforts prolongés, le rapport entre ces efforts est normalement beaucoup plus petit que dans le cas des surfaces adhérent par pression. Les forces totales relatives nécessaires pour provoquer l'arrachement d'un dispositif de fixation particulier au niveau de ses surfaces mécanique et adhésive peuvent être établies par variation des superficies relatives des deux surfaces. Un rapport de 2/1 (de la force totale requise pour séparer la surface adhérent par pression par rapport à celle requise pour séparer la surface mécanique aux charges rapides ou de courte durée) donne généralement une marge de sécurité satisfaisante.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée à l'exemple décrit et représenté, elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans s'écarter pour cela de l'esprit de l'invention.

RÉSUMÉ

L'invention a pour objet :

1° Un dispositif de fixation qui comprend deux articles complémentaires pouvant venir s'engager l'un avec l'autre, ledit dispositif étant remarquable en ce que chaque article comporte 1° une base relativement rigide sensiblement indéformable à chaque instant de son utilisation; 2° une surface à fonction mécanique située sur un côté de ladite base et comprenant une multiplicité d'éléments de contact répartis sur ledit côté, ladite surface mécanique pou-

vant venir s'engager mécaniquement et demeurer en contact avec la surface à fonction mécanique de l'article complémentaire ou s'en séparer; et 3° une surface adhésive adhérent par pression disposée sur le verso dudit article et composée d'une couche de mousse viscoélastique molle, ayant jusqu'à 0,6 cm d'épaisseur, recouverte de façon continue sur sa face la plus éloignée de la base par une mince pellicule ou peau d'une seule pièce plate et étirable, enduite d'un revêtement adhésif adhérent par pression, collant au moindre contact viscoélastique, lisse, brillant, plat et continu, ladite surface adhérent par pression étant disposée de manière à être pressée et à rester solidement fixée sur un support, la combinaison des propriétés physiques des surfaces mécanique et adhésive étant telle que la résistance totale à une force de séparation est sensiblement plus grande entre chaque surface adhésive et un support ordinaire sur lequel ladite surface est fixée qu'entre lesdites surfaces mécaniques engagées ensemble;

2° Un mode de réalisation du dispositif de fixation défini en 1° dans lequel la surface mécanique et la base des articles constitués par deux articles séparés complémentaires pouvant s'engager l'un avec l'autre, comportant chacun une surface fonctionnelle comprenant plusieurs rangées de picots flexibles dépassant d'une base relativement rigide restant sensiblement plate pendant les opérations d'engagement et de séparation desdits articles, lesdits picots étant constitués par des tiges se terminant par des têtes élargies portant contre les têtes des picots de l'autre article pendant les opérations d'engagement et de séparation, lesdites têtes étant sensiblement indéformables, les espaces entre lesdites têtes des picots individuels étant plus petits que l'espace occupé par la tête de chaque picot de l'autre article, et les rangées de picots comportant par endroits des emplacements vacants sur lesdites surfaces fonctionnelles, de manière à permettre la déformation desdits picots pendant l'engagement et la séparation desdits articles;

3° Un autre mode de réalisation du dispositif défini en 2° dans lequel les surfaces mécaniques ne comportent qu'une seule profondeur d'engagement mutuel et dans lequel les surfaces adhérent par pression ont chacune une épaisseur de 0,1 cm environ;

4° Un nouveau mode de réalisation du dispositif défini en 1° dans lequel les deux surfaces mécaniques sont recouvertes de tissu, l'une desdites surfaces comportant une multiplicité de petits filaments bouclés dépassant vers l'extérieur, et l'autre surface comportant une multiplicité de filaments en forme de crochets pouvant venir s'engager dans les boucles lorsque les deux surfaces sont mises en contact;

5° Un rouleau constitué par une bande continue d'intercalaire faiblement adhésif enroulé en spires, remarquable en ce qu'il comporte entre lesdites spi-

res une pluralité d'articles de fixation séparés tels que définis en 1°;

6° Un mode de réalisation du rouleau défini en 5° dans lequel ledit rouleau comporte une seule bande continue d'intercalaire faiblement adhésif, des articles de fixation séparés adhérent par leur surface adhésive à la face interne des spires dudit intercalaire, les surfaces mécaniques desdits articles étant orientées en direction du centre dudit rouleau;

7° Un autre mode de réalisation du rouleau défini en 5° dans lequel ledit rouleau comporte une seule bande continue d'intercalaire faiblement adhésif, des jeux engagés d'articles de fixation, adhérent par leurs faces adhésives aux faces interne et externe des spires dudit intercalaire;

8° Un nouveau mode de réalisation du rouleau défini en 5° dans lequel deux bandes continues d'intercalaire faiblement adhésif sont enroulées ensemble en spires, une pluralité de jeux d'articles de fixation engagés adhérent par leurs faces adhésives à la face interne des spires de l'un des intercalaires et à la face externe des spires de l'autre intercalaire;

9° Un article tel que défini en 5° dans lequel la base et la surface mécanique de chaque article séparé de fixation sont constituées par une surface fonctionnelle capable de s'engager avec une surface complémentaire, de rester fixée sur ladite surface ou de s'en séparer, ladite surface comprenant une pluralité de rangées de picots flexibles dépassant d'un support relativement rigide restant sensiblement plat pendant les opérations d'engagement et de séparation desdits articles, lesdits picots étant constitués par des tiges se terminant par des têtes élargies portant contre les têtes des picots de l'autre article pendant les opérations d'engagement et de séparation, lesdites têtes étant sensiblement indéformables, les espaces entre lesdites têtes des picots individuels étant plus petits que l'espace occupé par la tête de chaque picot de l'autre article, et les rangées de picots comportant par endroits des emplacements vacants sur lesdites surfaces fonctionnelles, de manière à permettre la déformation desdits picots pendant l'engagement et la séparation desdits articles;

10° Un article pour dispositif de fixation remarquable en ce qu'il comporte : 1° une base relativement rigide sensiblement indéformable à chaque instant de son utilisation; 2° une surface à fonction mécanique située sur un côté de ladite base et comprenant une multiplicité d'éléments de contact répartis sur ledit côté, ladite surface mécanique pouvant venir s'engager mécaniquement et demeurer en contact avec la surface à fonction mécanique de l'article complémentaire ou s'en séparer; et 3° une surface adhésive adhérent par pression disposée sur le verso dudit article et composée d'une couche de mousse viscoélastique molle, ayant jusqu'à 0,6 cm

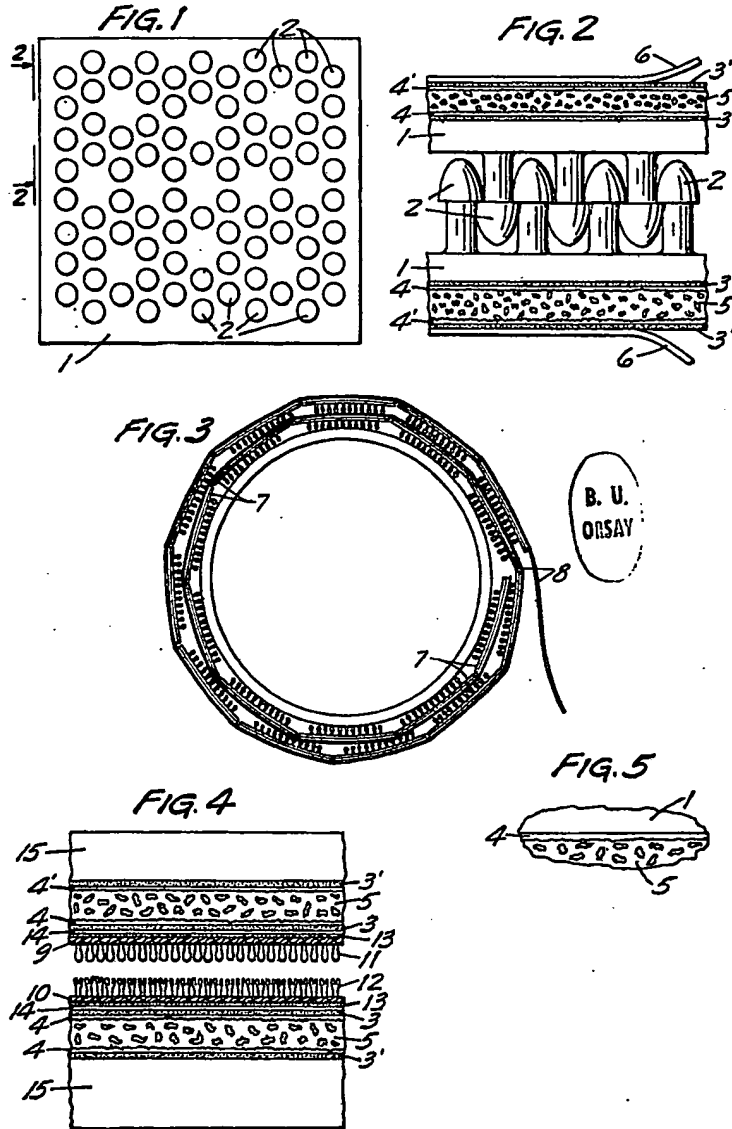
d'épaisseur, recouverte de façon continue sur sa face la plus éloignée de la base par une mince pellicule ou peau d'une seule pièce plate et étirable enduite d'un revêtement adhésif adhérent par pression, collant au moindre contact viscoélastique, lisse, brillant, plat et continu, ladite surface adhérent par pression étant disposée de manière à être pressée et à rester solidement fixée sur un support, la combinaison des propriétés physiques des surfaces mécanique et adhésive étant telle que la résistance totale à une force de séparation est sensiblement plus grande entre chaque surface adhésive et

un support ordinaire sur lequel ladite surface est fixée qu'entre lesdites surfaces mécaniques engagées ensemble;

11° A titre de produit industriel nouveau, tout dispositif de fixation présentant au moins une des caractéristiques décrites dans les paragraphes 1° à 10° du présent résumé.

Société dite :

MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING
COMPANY



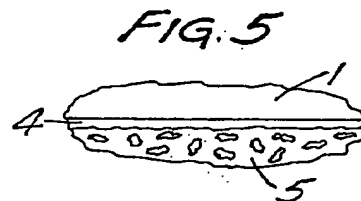
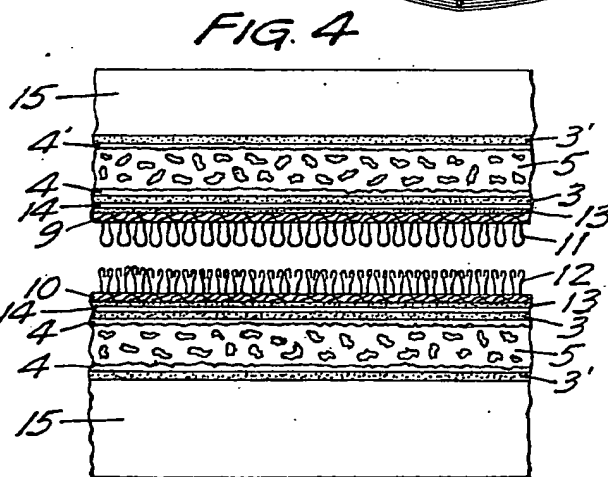
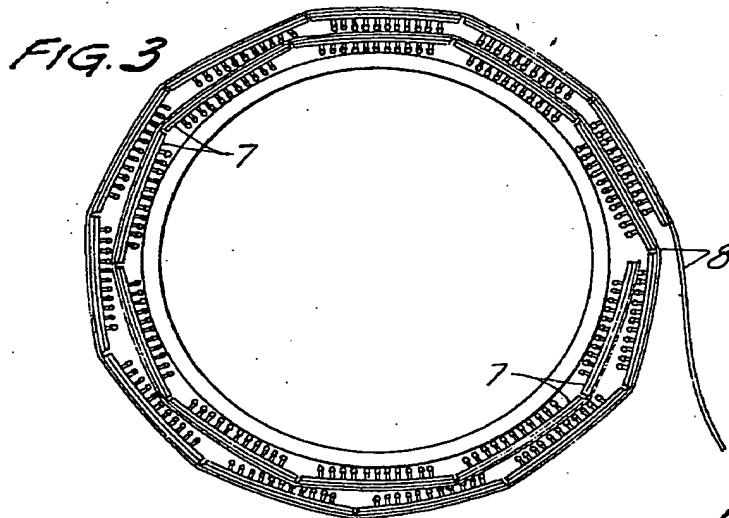
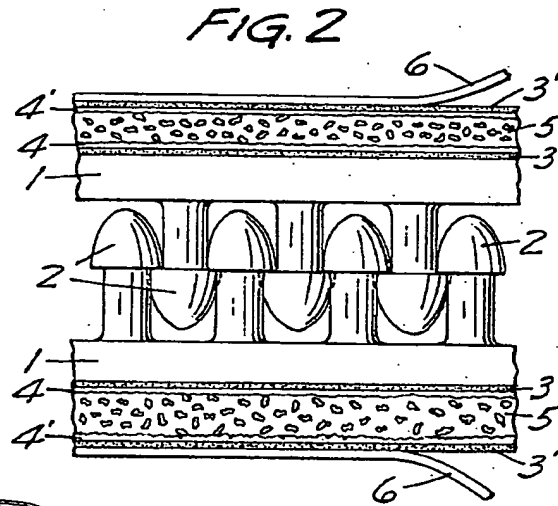
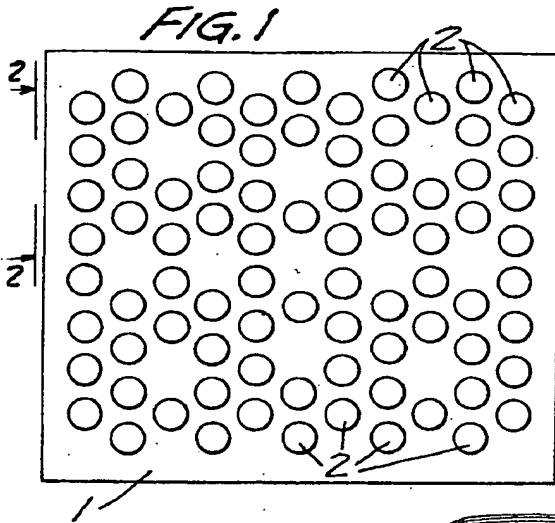
Nov. 21, 1967

J. H. KAYSER ET AL

3,353,663

ADHERENT FASTENERS

Filed Feb. 10, 1966



INVENTORS.
JAMES H. KAYSER
WILLIAM C. FLANAGAN, JR.
BY
Carpenter, Kinney & Boulter
ATTORNEYS

1

3,353,663

ADHERENT FASTENERS

James H. Kayser, St. Paul, Minn., and William C. Flanagan, Jr., Hudson Township, St. Croix County, Wis., assignors to Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minn., a corporation of Delaware
Filed Feb. 10, 1966, Ser. No. 526,628
10 Claims. (Cl. 206—59)

This invention relates to fasteners and more particularly to fasteners comprising two complementary articles each having a pressure-sensitive surface for adhesion to an object to be joined and a mechanical fastener surface by which it is joined to the other complementary article. Each complementary article has

- (1) A relatively rigid base which remains essentially undeformed at all times during use
- (2) A mechanical functional surface on one side thereof comprising a plurality of engaging elements distributed thereover, said mechanical surface being capable of mechanical interengagement and holding with and separation from the mechanical functional surface of the other article and
- (3) A pressure-sensitive surface on the reverse side thereof comprising a soft viscoelastic foam layer that is up to about 1/4 inch thick and is continuously covered on the side thereof facing away from the base by a thin stretchy integral flat surfaced skin to which is united a continuous, flat shiny-smooth viscoelastic aggressively-tacky pressure-sensitive adhesive coating, said pressure-sensitive surface being disposed to be pressed against and remain firmly affixed to a substrate,

the combination of physical structure properties of the mechanical and pressure-sensitive surfaces being such that upon application of a separating force to substrates to which an interengaged pair of the articles are respectively affixed, separation occurs between the mechanical surfaces, the pressure-sensitive surfaces remaining firmly adhered to the substrates. Ordinarily, the pressure-sensitive surfaces of the fasteners are protected until they are adhered to objects to be joined or fastened by a removable liner having a smooth release surface. The fastener articles are normally relatively thin (from the outer side of the mechanical surface to the outer side of the pressure-sensitive surface is usually not more than about one inch and preferably not more than about 1/4 inch), but can be of any desired length and width.

The fasteners of the present invention are installed by simply removing the liner covering the pressure-sensitive adhesive and pressing them firmly to a substrate. No holes, screws, bolts, etc. are needed. Furthermore, the surface to which the fastener is adhered is not defaced or marred. This is frequently important since holes might weaken the subsurface, provide locations for initiation of corrosion, destroy its liquid- or gas-tight integrity, etc. Normally, the fasteners can be later removed, if desired using a blade to cut through the foam, the residue on the substrate being removed with the aid of a solvent if this is necessary. In other cases, a blade can be used to pry the pressure-sensitive adhesive away from the substrate. Although no particular type substrate is required, it should be ordinarily dry and clean. Relatively smooth substrates are preferred, although the pressure-sensitive surfaces of the articles of the invention do adhere remarkably to relatively rough substrates.

The invention also includes single articles of the type described (in addition to complementary pairs thereof). Such single articles can be interengaged through their mechanical surfaces with other articles having complementary surfaces which have no pressure-sensitive surfaces but which can be otherwise affixed to substrates (e.g.

2

bolted, screwed, secured with permanently setting adhesives, molded to be unitary with the substrate, etc.).

These fasteners are normally used in applications in which convenient reclosable fasteners are needed which are not required to bear heavy dead loads over long periods of time. Although the separating forces which are referred to herein are frequently quite large, they are of relatively short duration. As used herein, separating forces are applied at separation rates in the range of about 1/2 inch per minute or faster.

The fasteners are useful as door latches, to hold access panels in place in appliances, machines and automobiles, to hold relatively light trim members in place, etc. There are clearly also many situations in the home in which these fasteners can be used.

The weight of heavy members held in place by the fasteners can be supported by hinges, ledges, solid bases, etc. The fasteners can, however, support somewhat lighter weights over long periods of time and even permanently. This is made possible by the particular properties of the foam pressure-sensitive adhesive portions of the fasteners which will be more fully described hereinafter. The relatively rigid backings of the fasteners act to distribute forces over the entire fastener surface. Thus, peeling of the pressure-sensitive side (e.g. starting from one corner) away from a surface to which it is adhered is avoided.

The mechanical surfaces of the fasteners are capable of engagement and disengagement with minimal flexing of their backings. When a relatively high short term stress is applied to a fastener (as when a door or panel secured by them is opened), separation occurs between the mechanical surfaces. Thus, the complementary fastener articles remain in place to secure the door or panel when it is replaced. This performance is due to the fact that the pressure-sensitive adhesive suitable for use in the fasteners can withstand high short term stresses. In order to provide the proper balance of total disengagement forces in the fasteners (e.g. to ensure that the total short time disengagement force between the mechanical surfaces is less than the adhesion of the pressure-sensitive surface to the substrate and less than the internal strength of any portion of the fastener) it is frequently necessary to design them in such a way that one type of surface has a larger total area than the other.

Among the mechanical surfaces suitable for use in the articles of the invention are those shown in U.S. Patents 2,499,898, 2,717,437 and 2,820,277. The first of these patents relates to surfaces having interlocking mechanical prongs while the others relate to surfaces wherein one surface includes a multiplicity of small outwardly projecting loops of thin filamentary material and the other surface is provided with a multiplicity of curly or wrinkled filamentary members interengageable with the loops when the surfaces are juxtaposed may be utilized.

A preferred type of mechanical fastener portion of the articles of the present invention consists of a complementary pair of interengaging unitary articles each having a functional surface comprising multiple rows of flexible cam elements emanating from a relatively rigid backing member which remains essentially flat during engagement and disengagement of the articles, in which:

- (1) The elements comprise stems terminating in enlarged shaped heads which bear against the element heads of the other article during engagement and disengagement, said heads being substantially non-deformable,
- (2) The spaces between the heads of the individual elements of one of the pair of articles are smaller than the space occupied by the head of each element of the other article and
- (3) The rows of elements have vacant element positions to provide empty spaces at intervals over said func-

3

tional surfaces so as to allow deflection of the elements during engagement and disengagement.

Mechanical fasteners of this type are described in the United States patent application of William C. Flanagan, Jr. Ser. No. 423,889 filed Dec. 14, 1964, now Patent No. 3,266,113. The complementary articles often (but not always) have identical functional surface contours. Such fasteners which are of use in the present invention are capable of engagement from only one side of the functional surfaces and normally have a solid base. Usually, but not necessarily, they are capable of only a single depth of engagement. Such mechanical fasteners are exemplified in FIGS. 1 and 2 of the drawings.

Various embodiments of the invention are illustrated by the accompanying drawings wherein:

FIG. 1 is a top view of a single article of the invention viewed from the side of the mechanically interlocking surface.

FIG. 2 is a side view of an interlocking pair of such articles viewed from the direction of line 2 of FIG. 1.

FIG. 3 shows a roll comprising a low adhesion liner in strip form carrying a line of articles of the invention with the pressure-sensitive surfaces thereof adhered to the liner.

FIG. 4 is a side view of a complementary pair of somewhat different articles of the invention mounted on structural substrates. The mechanical surfaces of the articles of FIG. 4 are not interengaged.

FIG. 5 shows a fragmentary detail of a fastener shown in FIG. 2 in which a different method of manufacture was used. The articles in FIGS. 1, 2, 4 and 5 are shown somewhat larger than they are normally manufactured for purposes of clarity.

As noted previously, the articles of FIGS. 1 and 2 have mechanical fastener surfaces of a preferred type (having a relatively rigid backing member and rows of headed elements with vacant element positions at intervals). In FIGS. 1 and 2, 1 denotes the rigid backings or bases of the mechanical fastener portions of the articles and 2 denotes the headed elements. In FIG. 2 pressure-sensitive adhesive coating 3 on each article is adhered directly to the base 1 and, continuing outward, there are in order, 4 a thin skin integral with the foam layer 5, layers 4' and 3' which are respectively a skin layer integral with the foam and a pressure-sensitive adhesive coating (corresponding to layers 4 and 3) and, finally, 6 a removable liner having a smooth release surface. The heads of the elements can be round rather than bullet shaped, or they can have other configurations.

Ordinarily in articles of the invention having this particular combination of layers, i.e. with a pressure-sensitive layer intermediate the relatively rigid base and the foam layer, the base and mechanical surfaces (1 and 2) and the remainder of the articles are manufactured separately and then combined as will be more clearly shown hereinafter.

In FIG. 3 the individual single fastener articles 7 are adhered to the inner sides of the convolutions of the low adhesion liner 8 with their mechanical surfaces facing toward the center of the roll. Rolled in this way, the pressure-sensitive surfaces tend to be adhered to the liner rather than stripped from it (as they would if the mechanical surfaces faced outward). Alternatively interengaged pairs of the fastener articles (such as are shown in FIG. 2) can be arranged between the convolutions of a single strip of low adhesion liner with the two pressure-sensitive surfaces of each interengaged pair being adhered respectively to the inner and outer surfaces of the single liner strip. A third alternative is that in which interengaged pairs of the fastener articles are arranged between the convolutions of two strips of low adhesion liners with one pressure-sensitive surface of each interengaged pair being adhered to the inner surface of one liner strip and the other being adhered to the outer surface of the other liner strip. All three types of rolls provide convenient arrangements for the dispensing of the articles of the invention,

4

for example, in manufacturing operations. Which is preferred will depend upon the particular use.

FIG. 4 illustrates articles of the invention in which the complementary mechanical surface backings 9 and 10 carry respectively a multiplicity of small outwardly projecting loops 11 and a multiplicity of curly or wrinkled filamentary members 12 interengageable with the loops. The backings 9 and 10 of mechanical fasteners of this type are normally flexible and are therefore strongly adhered with a permanent, strong adhesive 13 (such as an epoxy cement, etc.) to a thin but relatively rigid base 14 (which can, for example, be of a light sheet metal). Continuing outward from 14, the various layers 3, 4, 5, 4' and 3' correspond to those shown in FIG. 2. The heavy members 15 are structural substrates to which the articles of the invention have been attached, the outer removable liners having been removed and the articles mounted in their positions of use.

FIG. 5 shows a fragmentary detail of a fastener of the type shown in FIG. 2 except that the foam has been prepared directly against the base of the mechanical portion of the fastener. Thus, the base 1 and the foam and its thin integral surface skin 4 are present but there is no pressure-sensitive layer.

The individual and combined properties of the various layers of the foam-adhesive portion of the articles of the invention (i.e. including all layers on that side of the relatively rigid base) are critical to the operation and utility of the fasteners. The utility of the fasteners depends upon a critical combination of physical structural characteristics as described herein. Thus using foams and/or pressure-sensitive adhesives other than the types described herein will result in articles which often soon fail. Such failure can occur, for example, by pulling of the pressure-sensitive adhesive away from the substrate or by splitting of the foam layer, etc. This can happen at the time of a relatively sudden stress (as when a panel or door which is held by the fastener is opened) or simply after a period of time in use without any sudden stress.

Preferably, the foam-adhesive portions of the articles have a compressibility modulus of approximately 6 to 30 pounds per square inch at 20% compression; the foam has a dynamic storage shear modulus in the range of 10^6 to 10^8 dynes per sq. cm. and a loss tangent value in the range of 0.3 to 1.5 (both measured at 600 cycles per second); and the pressure-sensitive adhesive coating has a permanent hyper shear strength and essentially consists of a water-insoluble, non-softening, aggressively-tacky viscoelastic cross-linked polymer, such that it imparts to the article a bonding strength/adhesion value of at least 30 hours. These will be more fully discussed hereinafter.

The foam layer is soft, "lossy," viscoelastic, of relatively high density and up to about $\frac{1}{4}$ inch thick although in a preferred embodiment it is about $\frac{1}{32}$ inch thick. It is continuously covered on the side thereof facing away from the rigid base by a thin stretchy integral flat surfaced skin to which the pressure-sensitive adhesive is united in the final article. The foam must be strong and uniform to avoid any possibility of internal failure when subjected to a sudden stress (as when the mechanical fastener surfaces are snapped open). Ordinarily (due to the method of manufacture), the side of the foam layer which faces toward the rigid base is also continuously covered by a similar integral skin. The foam layer also has a dynamic storage shear modulus (G') in the range of 10^6 to 10^8 dynes per square centimeter and a loss tangent value (beta) in the range of 0.3 to 1.5 (measured at room temperature and 600 cycles per second). The dynamic storage shear modulus and loss tangent value tests are well understood in the acoustic and vibration fields and need not be described here. The samples to be tested are sliced from the foam layer of the product.

The viscoelastic "viscous" or "lossy" characteristic of the foam layer is advantageous in developing a strong permanent bond of maximum contact area between the

adhesive and a rough or irregular surface against which it is pressed. The foam layer does not have the quick snap-back characteristics possessed by highly elastic rubber foams, which would tend to pull the tacky adhesive surface away from valley points that are only lightly touched when the tape is initially pressed against the surface. At the same time the relative thinness and resiliency of the foam layer prevents appreciable sagging and also resists peeling, yet the rubbery foam layer has enough softness, resiliency and "give" to avoid undue rigidity and to take up and distribute applied stresses to provide a truly amazing holding power. The foam layer also provides electrical, thermal and vibrational insulation.

It has been found that certain viscoelastic polyurethane foam layers (the preparation of which is described in U.S. Patent No. 2,921,916) are well adapted to the present fasteners, both technically and economically. These have a bulk density in the range of 5 to 20 lbs. per cubic foot (0.08 to 0.32 gram per cc.) and in preferred products of the invention the foam density has been in the range of approximately 12 to 16 lbs. per cubic foot (0.19 to 0.26 gram per cc.). Neoprene foams, polyvinyl chloride foams and natural rubber foams are also useful. The use of equivalent foam materials having the requisite physical properties is contemplated.

The pressure-sensitive adhesive layer can be carried directly by the previously discussed integral skin layer on the foam or (as discussed hereinafter) there can be a primer between. The pressure-sensitive adhesive is present as a continuous flat shiny-smooth viscoelastic, stretchy aggressively-tacky coating. The pressure-sensitive adhesive should have a hyper shear strength of at least about 500 minutes, and preferably it should be permanent (i.e. the adhesive is long-aging and will not soften or turn pasty upon prolonged contact with surfaces and will maintain a highly cohesive and adhesive state). It is of a type which is aggressively tacky in its normal dry state. The samples of the adhesive used in running the hyper shear strength can be isolated by using a razor blade and the test is run according to the process described in S.N. 188,479 filed Apr. 18, 1962. Preferably, adhesive coatings which consist essentially of a water-insoluble non-softening aggressively-tacky viscoelastic cross-linked polymer are used, although coatings of equivalent adhesive material having the requisite properties can be used since it is the physical nature of the adhesive coating that is important in the fastener structure.

The presently preferred pressure-sensitive adhesives are viscoelastic cross-linked polyacrylates which inherently are aggressively-tacky and highly cohesive; the polyacrylate being a copolymer of an alkyl acrylate having an average of 6 to 12 carbon atoms in the alkyl group and a small proportion (about 3 to 12%) of a copolymerizable monomer having a strongly polar functional group (such as acrylic acid, methacrylic acid, itaconic acid, acrylamide, methacrylamide, acrylonitrile, methacrylonitrile, or mixture thereof). A 90:10 copolymer of isooctyl acrylate and acrylic acid is exemplary. These copolymers are described in U.S. Patents Re. 24,906 and No. 3,008,850. Internal cohesive strength and shear strength can be increased by cross-linking curing as described in U.S. Patents Nos. 2,925,174 and 2,973,286. Also useful are block copolymer adhesives of the type described in South African Patent 64/3013 (May 29, 1964).

The skin (the integral skin on the foam) and adhesive layers of the fastener structure are extremely thin and are of a viscoelastic stretchy nature so that the viscoelastic conformability and compressibility properties contributed by the foam layer, are effectively utilized. It is necessary that the foam and adhesive have an elastic compressibility modulus (measured by the method disclosed in Ser. No. 188,479 filed Apr. 18, 1962) within a certain range since otherwise it will be too soft and stretchy (and hence too weak) or will be too firm and insufficiently conformable. As previously noted, these requirements are satisfied when

the foam and adhesive portion of the articles of the invention has a compressibility modulus within the range of approximately 6 to 30 pounds per square inch (0.4 to 2.1 kgs. per sq. cm.) at 20% compression.

It has also been found that the foam and adhesive layers of the fasteners should have good resistance to failure when subjected to a dead gravity load either due to inadequate shear strength of the adhesive or to peeling. This is measured by the bonding strength adhesion value test, which is also measured by a method disclosed in Ser. No. 188,479 filed Apr. 18, 1962. Experience indicates that a value of at least 30 hours in this accelerated test assures a durable mounting function under normal conditions of usage. The foam layer of the tape must have sufficient shear strength to avoid foam-layer failure during the minimum 30 hours period, and hence compliance with this test serves also as a demonstration of foam layer strength.

The foam-adhesive portions of the fasteners of the invention can be prepared separately as a double faced foam backed tape having low adhesion liners on both pressure-sensitive surfaces thereof. One low adhesion liner can then be removed therefrom and the rigid backing of the mechanical portion of the fastener adhered thereto. The preparation of double faced foam backed pressure-sensitive tapes suitable for use in this way in the fasteners of the present invention are described in the copending patent application of Engdahl and Buckholtz, United States Ser. No. 188,479 filed Apr. 18, 1962. Alternatively, the foam layer can be manufactured between one pressure-sensitive adhesive-coated liner sheet (as disclosed in the previously mentioned patent application) and the backing of the mechanical fastener itself, the latter being primed if desired to promote adhesion to the foam layer as it forms.

The fastener articles of the invention may include thin stretchy intermediate coatings located between the pressure-sensitive adhesive layers and the skin of the foam layer which firmly unite them. This intermediate coating may be included to provide a priming or barrier or other function which may be desired. It is to be considered as a sub-element of the composite flat-surfaced skin that covers and is unified with the cellular layer structure, and to which the adhesive coating is united. The intermediate coating permits of controlling the total thickness and strength of the functional skin element. This expedient is optional but it facilitates the manufacturing procedure and has other advantages, e.g. to increase adhesion, etc. It is the combination of the foregoing factors on the foam-adhesive side of the fasteners of the invention (including all layers on that side of the rigid base) which have been found to be responsible for their excellent holding ability to a wide variety of substrates.

The low adhesion liners which protect the pressure-sensitive adhesive sides of the fasteners of the invention can be of polyethylene film, or a dense smooth paper carrying a polyethylene film or coating, may be used. Preferably the liner is a dense calendered paper treated with an anti-stick heat-cured silicone resin, which is insoluble in the volatile vehicle of the adhesive coating solution and retains its low adherency to the contacting adhesive even when subjected to heating.

The fasteners are conveniently handled and stored with the complementary mechanical surfaces interlocked and low adhesion liners in place over the adhesive sides of both. They can then be mounted in the location of their intended use by removing the low adhesion liner from one article, placing the fastener (i.e. both complementary articles) in place on one object to be joined, removing the other low adhesion liner and pressing the two objects to be joined together. Thereafter when the joined objects are pulled apart, separations occur between the mechanical surfaces. Often the location of the fasteners is critical on one of two surfaces to be joined but not on the other (e.g. where paneling is to be mounted on 2 x 4 inch studs).

In such cases it is desirable to first mount the interengaged fastener pairs on the surface on which the location is critical (e.g. the studs), then remove the remaining liner from each fastener pair and press the panel into place. In some cases jigs are advantageously used to properly locate the fasteners. One fastener article can be permanently mounted on the jig in each location where a fastener is needed. A second article can be mechanically interengaged with it, the liner removed from the second article and the jig pressed against one surface to be joined and then pulled away. Separation occurs between the mechanical surfaces leaving a single fastener article in each desired location. The complementary fastener articles can then either be applied to the other surface by the same method with another suitable jig or they can be interengaged with articles mounted on the first surface, the liners removed therefrom and the surfaces pressed together.

It is noted that the pressure-sensitive surfaces of the articles do not adhere strongly to a few surfaces which can be characterized as low adhesion surfaces. These surfaces generally show contact angles with water of more than 90 degrees. The substrate surfaces which are suitable for use with the articles of the invention (and are sometimes referred to herein as ordinary surfaces) show contact angles with water of 90 degrees or less.

Example

This example provides further details on the manufacture of presently preferred products.

A unitary article of a type described in U.S. S.N. 423,889 (filed Dec. 14, 1964) and shown in FIGS. 1 and 2 hereof is used to form the relatively rigid base and mechanical fastener surface. The article is composed of a copolymer of trioxane (a cyclic trimer of formaldehyde) which is available under the trade designation "Celcon" from the Celanese Corporation of America. The base is 1.15 square inches in area and the mechanical surface has 82 headed elements arranged in the pattern shown in FIG. 1 hereof. Two interengaged mechanical surfaces of this type require a short term separating force normal to the surfaces of 50 pounds or somewhat more to disengage them. The area of each mechanical surface is about 0.45 square inch. The reverse side of the base is covered in the manner shown in FIG. 2 with double coated foam backed pressure-sensitive tape which is approximately $\frac{1}{32}$ of an inch thick and is available from Minnesota Mining and Manufacturing Company of Saint Paul, Minnesota under the trade mark "Scotch-Mount." The pressure-sensitive adhesive-foam side of this fastener, when adhered to an ordinary substrate, can withstand a short term force normal to the surface of about 100 pounds. Thus when a complementary pair of such fastener articles are located in the position of their intended use and subject to a separating force, separation occurs between the mechanical surfaces leaving the articles in proper position for re-engagement.

The size and number of fasteners needed for mounting a given article in any particular location depends upon the circumstances, but a useful general rule of thumb is to use at least about 4 square inches of pressure-sensitive adhesive area (i.e. on each complementary article) per pound of permanent load to be supported by the fastener (corresponding to 60 sq. cm. per kilogram). The resistance of the pressure-sensitive bond to rapidly applied stresses (such as are encountered when a panel or door secured by the fastener is opened) is normally at least 100 and often at least 300 or more times greater than its resistance to a permanent load. The resistance of the mechanical fastener surface to separation under high short term stresses and long term stresses can be varied widely depending upon the design of the surface and upon the material of construction used. Although some mechanical fasteners withstand higher short term than long term stresses, the ratio between them is nor-

mally much smaller than in the case of pressure-sensitive surfaces. The relative total forces required to cause separation at the mechanical and pressure-sensitive surfaces of a particular fastener can be designed by varying the relative areas of the two surfaces. A ratio of 2 to 1 (of the total force required to separate the pressure-sensitive surface compared to that required to separate the mechanical surface upon short term or rapid loading) provides a generally satisfactory safety factor.

What is claimed is:

1. A fastener comprising a complementary pair of interengaging articles each having

(1) a relatively rigid base which remains essentially undeformed at all times during use

(2) a mechanical functional surface on one side thereof comprising a multiplicity of engaging elements distributed thereover, said mechanical surface being capable of mechanical interengagement and holding with the separation from the mechanical functional surface of the other article and

(3) a pressure-sensitive surface on the reverse side thereof comprising a soft viscoelastic foam layer that is up to about $\frac{1}{4}$ inch thick and is continuously covered on the side thereof facing away from the base by a thin stretchy integral flat surfaced skin to which is united a continuous, flat shiny-smooth viscoelastic aggressively-tacky pressure-sensitive adhesive coating, said pressure-sensitive surface being disposed to be pressed against and remain firmly affixed to a substrate,

the combination of physical properties of the mechanical and pressure-sensitive surfaces being such that the total resistance to a separating force is substantially greater between each pressure-sensitive surface and an ordinary substrate to which it is affixed than between the mechanical surfaces when the latter are interengaged.

2. A fastener according to claim 1 wherein the mechanical surface and base portions of the articles consist of a complementary pair of interengaging unitary articles each having a functional surface comprising multiple rows of flexible cam elements emanating from a relatively rigid base member which remains essentially flat during engagement and disengagement of the articles, in which:

(1) the elements comprise stems terminating in enlarged shaped heads which bear against the element heads of the other article during engagement and disengagement, said heads being substantially non-deformable,

(2) the spaces between the heads of the individual elements of one of the pair of articles are smaller than the space occupied by the head of each element of the other article and

(3) the rows of elements have vacant element positions to provide empty spaces at intervals over said functional surfaces so as to allow deflection of the elements during engagement and disengagement.

3. A fastener according to claim 2 wherein the mechanical surfaces are capable of only a single depth of interengagement and the pressure-sensitive surfaces are each approximately $\frac{1}{32}$ in. thickness.

4. A fastener according to claim 1 wherein both mechanical surfaces have fabric materials thereon, one of which includes a multiplicity of small outwardly projecting loops of thin filamentary material and the other of which is provided with a multiplicity of curly or wrinkled filamentary members interengageable with the loops when the surfaces are brought into engagement.

5. A roll comprising a continuous strip of low adhesion liner wound in convolutions and having arranged between said convolutions a multiplicity of discrete fastener articles each having

(1) a relatively rigid base which remains essentially undeformed at all times during use

(2) a mechanical functional surface on one side thereof comprising a multiplicity of engaging elements

distributed thereover, said mechanical surface being capable of mechanical interengagement and holding with and separation from a complementary mechanical functional surface and

- (3) a pressure-sensitive surface on the reverse side thereof comprising a soft viscoelastic foam layer that is up to about 1/4 inch thick and is continuously covered on the side thereof facing away from the base by a thin stretchy integral flat surfaced skin to which is united a continuous, flat shiny-smooth viscoelastic aggressively-tacky pressure-sensitive adhesive coating, said pressure-sensitive surface being disposed to be pressed against and remain firmly affixed to a substrate,

the combination of physical properties of the mechanical and pressure-sensitive surfaces of each fastener article being such that the total resistance to a separating force is substantially greater between the pressure-sensitive surface and an ordinary substrate to which it has been firmly affixed than between the mechanical surface and a complementary mechanical surface with which it has been interengaged.

6. A roll according to claim 5 containing only a single continuous strip of low adhesion liner wherein individual single fastener articles are adhered by their pressure-sensitive surfaces to the inner sides of the convolutions of the low adhesion liner and their mechanical surfaces face inward toward the center of the roll.

7. A roll according to claim 5 containing only a single continuous strip of low adhesion liner wherein interengaged pairs of fastener articles are adhered by their two pressure-sensitive surfaces to the inner and outer surfaces of the convolutions of the low adhesion liner.

8. A roll according to claim 5 containing two continuous strips of low adhesion liner wound together in convolutions and having a multiplicity of interengaged pairs of fastener articles adhered by their two pressure-sensitive surfaces to the inner surfaces of the convolutions of one low adhesion liner strip and to the outer surfaces of the convolutions of the other low adhesion liner strip.

9. An article according to claim 5 wherein the mechanical surface and base portions of each discrete fastener article consists of a functional surface capable of interengaging with, holding and disengaging from a complementary surface and comprising multiple rows of flexible cam elements emanating from a relatively rigid backing member which remains essentially flat during engagement and disengagement of the articles, in which:

(1) the elements comprise stems terminating in enlarged shaped heads which bear against the element heads of the other article during engagement and disengagement, said heads being substantially non-deformable,

(2) the spaces between the heads of the individual elements of one of the pair of articles are smaller than the space occupied by the head of each element of the other article and

(3) the rows of elements have vacant element positions to provide empty spaces at intervals over said functional surfaces so as to allow deflection of the elements during engagement and disengagement.

10. A fastener article having

(1) a relatively rigid base which remains essentially undeformed at all times during use

(2) a mechanical functional surface on one side thereof comprising a multiplicity of engaging elements distributed thereover, said mechanical surface being capable of mechanical interengagement and holding with and separation from a complementary mechanical functional surface and

(3) a pressure-sensitive surface on the reverse side thereof comprising a soft viscoelastic foam layer that is up to about 1/4 inch thick and is continuously covered on the side thereof facing away from the base by a thin stretchy integral flat surfaced skin to which is united a continuous, flat shiny-smooth viscoelastic aggressively-tacky pressure-sensitive adhesive coating, said pressure-sensitive surface being disposed to be pressed against and remain firmly affixed to a substrate,

the combination of physical properties of the mechanical and pressure-sensitive surfaces being such that the total resistance to a separating force is substantially greater between the pressure-sensitive surface and ordinary substrates to which it has been affixed than between the mechanical surface and a complementary mechanical surface with which it has been interengaged.

References Cited

UNITED STATES PATENTS

2,684,776	7/1954	Rosenstein	206—56
2,982,595	5/1961	Rogers	206—56

LOUIS G. MANCENE, *Primary Examiner*.